

TÜRKİYE CUMHURİYETİ
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MISIR TANESİNDE NİŞASTA ANALİZİ İÇİN NIR KALİBRASYONU
OLUŞTURULMASI

VETERİNER HEKİM
Ercan TOMAS

HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. İsmail BAYRAM

Bu Tez Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu
tarafından 14. SAĞ.BİL. 21 proje numarası ile desteklenmiştir.

Tez No: 2017-007

2017 - AFYONKARAHİSAR

KABUL ve ONAY SAYFASI

Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Tezli Yüksek Lisans Programı

çerçevesinde yürütülmüş bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 20.04.2017


Prof. Dr. İsmail Bayram
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Jüri Başkanı


Prof. Dr. Mustafa Midilli
Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Üye


Yrd. Doç. Dr. Cangir Uyarlar
Afyon Kocatepe Üniversitesi
Üye

Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Ercan TOMAS' ın "Mısır Tanesinde Nişasta Analizi İçin NIR Kalibrasyonu Oluşturulması" başlıklı tezi 24.05.2017 günü saat 17:00' da Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.


Prof. Dr. Abdullah ERYAVUZ
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez Çalışmamı yürütmem sırasında bilimsel tecrübe ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Prof. Dr. İsmail BAYRAM başta olmak üzere Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalındaki hocalarım Doç.Dr. İ. Sadi ÇETİNGÜL, Yrd.Doç.Dr. Tuba BÜLBÜL, Yrd. Doç.Dr. Cangir UYARLAR a; laboratuvar çalışmalarının yürütülmesinde bana destek veren Arş. Grv. Eyüp Eren GÜLTEPE ve Doktora öğrencisi Abdur RAHMAN' a; çalışmamda ihtiyaç duyduğum altyapı ve mısır numunesi tedarikleri konusunda bana özverili biçimde destek veren Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü Alım ve Muhafaza Dairesi Başkanlığı adına Bakliyat, Mısır, Çeltik Alım Muhafaza Şube Müdürü sayın Selim TAHAN'a çalışmam süresince destek ve fedakarlıklarıyla yanımda olan Annem Babam Safiye ve Turgut Tomas, Abim Erol Tomas ve tez yazımı sırasında bana devamlı destek olan nişanlım Pınar AYTAN'a ve çalışmama katkıda bulunan tüm yüksek lisans proje arkadaşlarıma ve Tezimin yazımında bana yardımcı olan Veteriner Hekim Arkadaşım Ahmet FIRAT a sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
GRAFİK DİZİNİ	viii
RESİMLER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	x
1.GİRİŞ	1
1.1 Mısır	1
1.1.1. Dünyada Mısır Üretimi	1
1.1.2. Türkiye’de Mısır Üretimi ve Kullanımı	6
1.1.3. Mısır Tanesinin Fiziksel ve Kimyasal Yapısı	10
1.1.4. Mısırın Hayvan Beslemede Kullanımı	11
1.1.5. Mısır ve Mısır Yan Ürünleri	12
1.2. NIR (NEAR INFRARED - YAKIN KIZILÖTESİ) TEKNOLOJİSİ	12
1.2.1. Nır Teknolojisi Çalışma Prensibi ve Kullanım Alanları	12
1.2.2. Nır Tekniğinin Avantajları ve Dezavantajları	14
1.2.3. Nır Teknolojisinin Hayvan Beslemede Kullanım Alanları	15
1.3. Karbonhidratlar	17
1.3.1. Karbonhidratlar ve Hayvan Beslemede Önemi	17
1.3.2. Nişasta Yapısı ve Hayvan Beslemedeki Önemi	18
1.3.3. Nişasta ve Elde Edilişi	18
1.3.4. Nişasta İle İlgili Yapılmış Çalışmalar	19
2. MATERYAL VE METOD	22
2.1. Kalibrasyon oluşturulması, veri analizi ve kemometrik analizler	23
3.BULGULAR	24
4.TARTIŞMA	28
5.SONUÇ	33
6.ÖZET	34

7.SUMMARY

35

8.KAYNAKLAR

36



TABLolar DİZİNİ

- Tablo 1.** Dünyada ekilen tahılların miktarları ve ürünlerinin ihracat ithalat miktarları
- Tablo 2.** Dünyada mısır tarımı yapılan alanlar ve en fazla mısır tarımının yapıldığı ülkeler (bin hektar)
- Tablo 3.** Mısırın dünya genelinde üretimi ve üretimini fazla olan ülkeler.
- Tablo 4.** Mısır üretimi fazla olan ülkelerde mısır verimi(ton/ha)
- Tablo 5.** Dünyada en fazla mısır üreten ülkelerde mısır verimi (ton/ha)
- Tablo 6.** Türkiyede yıllara göre mısır ekilen alanlarda üretim ve birim alan verimleri.
- Tablo 7.** Türkiyede bölgelere göre mısır ekim alanı ve verimi
- Tablo 8.** Mısır danesinin ortalama bileşimi
- Tablo 9.** Tane mısırdaki besin maddelerinin R2 değerlerini içeren sınırlı sayıdaki araştırmalara ait veriler
- Tablo 10.** Mısır tanesinde yaş kimya nişasta sonuçları

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Tane mısırın yapısı



GRAFİK DİZİNİ

- Grafik 1.** Türkiye’de yıllara göre mısır üretimi.
- Grafik 2.** Normalizasyon uygulanmış spekta seti.
- Grafik 3.** Tahminleme Rezidüal Hatasının Kareler Toplamı.
- Grafik 4.** Kalibrasyon setinin tutarlılık analizleri.
- Grafik 5.** Kalibrasyon ve validasyon seti modelleri.



RESİMLER DİZİNİ

Resim 1. www.onattarım.com

Resim 2. www.özsilaj.com

Resim 3. www.kanatlıbilgi.com

Resim 4. balyacim.com

Resim 5. www.fimaksagriculturel

Resim 6. Capture.com.tr

Resim 7. labmate-online.com

Resim 8. labmate-online.1.com

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde
±	Artı-eksi
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ADF	Asit Deterjan Fiber
C	Santigrat
cm	Santimetre
da	Dekar
FT-NIR	Fourier transform near infrared
g	Gram
ha	Hektar
HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
HS	Ham Selüloz
HY	Ham Yağ
kcal	Kilokalori
kg	Kilogram
log	Logaritma
Max	Maksimum
ME	Metabolik enerji
Min	Minimum
MSC	Çarpımsal dağılım düzeltmesi
N	Azot
NDF	Nötral Deterjan Fiber
mm	Milimetre
nm	Nanometre
örn.	Örnek
PLS	Kısmi en küçük kareler metodu
R	Regresyon katsayısı
R ²	Determinasyon katsayısı
SD	Standart Sapma
SEC	Kalibrasyonun standart hatası
SECV	Çapraz doğrulamanın standart hatası
SEP	Tahminlemenin standart hatası
SNV	Standard Normal Variate
vb	Ve benzeri
PRESS	Tahminleme rezidüal hatasının kareler toplamı
VIS	Görünebilen kızılötesi spektra

1. GİRİŞ

1.1. Mısır

Mısır bitkisi tek yıllık tarımı yapılan tarla bitkilerindedir. Gelişmiş bir kök sistemine sahiptir. Çok farklı iklim koşullarında yetiştirilebildiğinden dolayı bu bitki günümüzde geniş bir alanda ekilen ve üretilen buğdaygil türlerindedir. İklim isteği sıcak iklim bitkisi olarak 10 derece sıcaklıkta çimlenmeye başlar mısır üretimi için en uygun sıcaklık 25-32 derece arasındaki sıcaklıklardır. Mısır tanesi hem insan beslenmesinde hem de hayvan beslenmesinde önemli miktarlarda kullanılmaktadır. İçeriğindeki yüksek enerji ve kuru madde sayesinde son zamanlarda geniş getiren hayvanlar için önemli bir kaba yem kaynağı olarak mısır, silajlık bir bitki olarak da ekilmektedir. (Anonim, 2011a)

1.1.1. Dünyada Mısır Üretimi

Mısır yapısında barındırdığı yüksek besin maddeleri ve enerji nedeniyle çok önemli bir buğdaygil bitkisidir. Bu özelliği sayesinde gelecekte de stratejik öneme sahip hububat olma özelliğini koruyacaktır (Yuan ve Flores, 1996).

Mısır enerji ve besin değerinin yüksek olması nedeniyle dünyada en fazla üretilen hububattır. Bugün, Dünyadaki üretimi 780 milyon tona ulaşmıştır. Diğer buğdaygillerden üretiminin fazla olmasının bir nedeni de birim alandan yüksek verim alınabilme özelliğindedir (Özcan, 2009). Mısır bitkisinin üretiminde tarım teknolojilerinden faydalanma yüksek oranda gözlenmektedir. Ekildikten sonra buğday ve arpaya göre hasat olgunluğuna ulaşması çok hızlıdır (Özcan , 2009).



Resim 1. Mısırın koçanlı görüntüsü (Anonim,2008a)

Mısır ve mısır yan ürünlerinin tarım, hayvancılık, gıda, enerji, kozmetik vs. gibi birçok kullanım alanı bulunan 4 bin civarında farklı ürünleri bulunmaktadır. Yeşil aksamı silajlık veya hasıl olarak hayvan yemi olarak yaygın bir kullanım alanı vardır. Silajının yüksek miktarda karbonhidrat içermesi kuru madde miktarının fazla olması sebebiyle silaj yapılması en kolay buğdaygil bitkisidir (Anonim, 2012)

Tane mısır yine gıda sektöründe nişasta kaynağı olarak bolca kullanılmaktadır. Hayvan yemlerinde özellikle kanatlı hayvanlarda rasyonun enerji seviyesini yükseltmek için çok fazla oranlarda kullanılmaktadır (Anonim, 2008b).

Ayrıca mısır bitkisi kozmetik sanayisinde, şekerleme ve tatlandırıcı olarak gıda sanayisinde de bol miktarda kullanılmaktadır (Özcan,2009). Mısır iklim olarak ılıman, sıcaklığı yüksek, yağışı yeterli seviyede olan bölgelerde kolaylıkla yetiştirilen verimi çok fazla olan tarla bitkisidir (Kırtok 1998).

Tanelik mısır bitkisi 4-5 ay içerisinde hasat olgunluğuna erişir, ilk 2-3 ay içerisinde 3 metre yüksekliğe ulaştıktan sonra her bir koçanında 500-1000 adet mısır tanesi bulunur (Anonim, 2011b).



Resim 2. Yeşil mısır tarlası (Anonim,2010)



Resim 3. Tane Mısır Hasadından görüntü (Anonim,2008d).

Genel olarak ekiliş alanı buğday ve çeltikten sonra gelse de Amerika ve Afrika da iklim isteklerinin uygun olması ve birim alan verimi fazla olduğu için ilk sırada gelmektedir (Anonim, 2010).

Tablo 1. Dünyada ekimi yapılan tahılların üretim miktarları ve ihracat- ithalat düzeyleri (FAO (2007) Food and Agriculture Organization OF United Nations. www.fao.org)

TAHILLAR	Ekim Alanı	Üretim (bin ton)	Verim (Ton/ha)	İhracat/ithalat (bin ton)
Mısır	157.874	784.786	4.97	90.808
Buğday	217.432	607.045	2.79	110.300
Çeltik	156.952	651.742	4.15	29.220
Arpa	56.608	136.209	2.40	14.420

Mısır bitkisinin birçok kullanım alanının olması ve birim alan veriminin yüksek olması sebebiyle son yıllarda mısır üretiminde çok önemli gelişmeler gözlenmiştir. Bir çok ülkede verim artışları olmakla birlikte, en başta ABD ve ÇİN dünya mısır üretiminde başı çeken ülkelerdir (Anonim, 2011c).

Mısırın birim alan verimi gelişmiş ülkelerde 10 ton/ha kadar olduğu bildirilmektedir. İtalya, İngiltere, Fransa gibi Avrupa ülkelerinde mısır bitkisinin hibrit olarak ıslah edilmesi ve ülkelerinin mısır yetiştiriciliğine uygun olması sebebiyle 10 ton/ha üzerinde verim seviyelerine ulaşılmıştır (Anonim, 2011d).

Tablo 2. Mısır tarımının yapıldığı başlıca ülkeler sıralaması (hektar) (TMO, 2014).

ÜLKELER	2003	2004	2005	2006	2012
ABD	28.710	29.797	30.399	28.590	35.022
ÇİN	24.092	25.467	26.379	27.073	28.074
BREZİLYA	12.965	12.410	11.549	12.613	13.828
AB(27)	9.735	10.058	8.990	8.559	8.021
MEKSİKA	7.520	7.687	6.606	7.295	7.800
HİNDİSTAN	7.343	7.430	7.588	7.856	7.770
NİJERYA	3.469	3.479	3.589	3.905	4.700
DİĞER	50.115	51.095	52.659	50.384	52.659
DÜNYA	143.949	147.423	147.759	146.315	157.874

Tablo 3. Tane Mısır üretimi (Dünya geneli) (bin ton) (TMO 2009).

ÜLKELER	2003	2004	2005	2006	2007
ABD	256.278	299.914	282.311	267.598	332.092
ÇİN	116.000	130.434	139.498	145.610	151.970
BREZİLYA	48.327	41.788	35.113	42.661	51.590
AB(27)	57.761	71.992	63.382	56.267	50.757
MEKSİKA	20.701	21.670	19.339	21.893	22.500
ARJANTİN	15.044	14.951	20.482	14.446	21.755
HİNDİSTAN	14.984	14.172	14.709	14.979	16.780
DİĞER	115.790	113.156	140.980	135.831	137.525
DÜNYA	644.885	728.077	715.814	699.285	784.787

ABD' nin dünyada mısır tüketiminde başta yer almasının sebebi mısırın hayvan yemlerinde fazla miktarda kullanılması ve mısırın alternatif enerji kaynaklarından olan Biyo-Etanol üretiminde kullanılmasından kaynaklanmaktadır (Özcan, 2009).

Tablo 4. . Dünya genelinde ülkeler bazında mısır üretimi ve tüketimi (binton) (FAO 2009).

ÜLKELER	2003	2004	2005	2006	2007
ABD	8.93	10.06	9.29	9.36	9.48
ARJANTİN	6.48	6.39	7.36	5.90	7.67
TÜRKİYE	5.00	5.50	7.00	7.11	7.04
AB(27)	5.42	7.16	7.05	6.54	6.30
ÇİN	4.81	5.12	5.28	5.38	5.41
BREZİLYA	3.72	3.37	3.04	3.38	3.73
MEKSİKA	2.75	2.82	2.93	3.00	2.88
HİNDİSTAN	2.04	1.91	1.94	1.91	2.16
DÜNYA	4.48	4.94	4.84	4.76	4.97

Dünyada mısır ihracatında en başta yine ABD vardır. Bu ülkede Mısır üretim miktarının fazla olmasının sebebi, birim alan mısır üretiminin fazla olması sonucudur (Anonim, 2011d).

Dünya üretiminde ihracat yapılan mısırının yaklaşık 3'te ikisini ABD tek başına yapmaktadır

Tablo 5. Dünya genelinde mısır en fazla üreten ülkeler sıralaması (ton/ha)

ÜLKELER	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08
ABD	211.640	224.650	137.000	230.790	266.840
ÇİN	128.400	131.000	137.000	143.000	148.000
AB(27)	46.810	51.700	48.900	61.100	61.600
BREZİLYA	36.300	38.500	39.000	41.000	42.500
MEKSİKA	26.400	27.900	27.900	30.300	33.300
JAPONYA	17.200	16.500	16.600	16.500	16.500
HİNDİSTAN	13.200	13.900	14.600	14.600	15.400
DİĞER	167.700	180.820	185.340	182.930	188.580
DÜNYA	647.650	684.970	700.920	720.220	772.720

1.1.2. Türkiye’de Mısır Üretimi ve Kullanımı

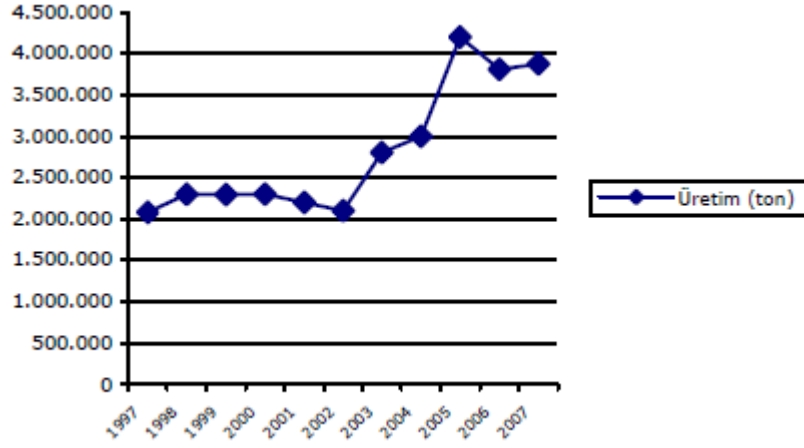
Ülkemizde sulu tarımın her yerde yapılamaması ve verim özellikleri yeterince yüksek mısır çeşitlerinin hala yeterli olmaması sebebiyle tanelik mısır üretimi arpa ve buğdaydan sonra gelmektedir .

Ülkemizde yıllık 500-600 bin hektarlık alanda 3,5-4 milyon ton mısır üretilmektedir. (Anonim,2011c). Son yıllarda mısır üzerinde yapılan ıslah çalışmaları neticesinde birim alan mısır üretimimiz dünya ortalamasının üzerine çıkmıştır. Ülkemizde mısır, birim alan verimi 7 ton/dekar üzerine çıkmış dünya ortalamasının yaklaşık % 50

üzerine çıkmıştır buna rağmen ABD ve AB ülkeleri ortalamasının %25 altında kalmıştır (Anonim, 2011d).

Tablo 6. Yıllara göre Türkiye’de mısır ekilen alanlar, üretim miktarı ve birim alan verimleri (TMO 2014).

YILLAR	EKİM Alanı(ha)	ÜRETİM (ton)	VERİM (ton/ha)	YILLAR	EKİM alanı(ha)	ÜRETİM (ton)	VERİM (ton/ha)
1930	378.501	470.744	1,24	1993	550.000	2.500.000	4,54
1935	409.361	456.333	1,12	1994	485.000	1.850.000	3,81
1940	509.990	757.309	1,49	1995	515.000	1.900.000	3,69
1945	510.071	294.736	0,58	1996	550.000	2.000.000	3,64
1950	593.161	627.987	1,06	1997	545.000	2.080.000	3,82
1955	706.000	855.000	1,21	1998	550.000	2.300.000	4,18
1960	695.000	1.090.000	1,57	1999	518.000	2.297.000	4,43
1965	650.000	945.000	1,45	2000	555.000	2.300.000	4,14
1970	648.000	1.040.000	1,60	2001	550.000	2.200.000	4,00
1975	600.000	1.200.000	2,00	2002	525.000	2.100.000	4,20
1980	583.000	1.240.000	2,13	2003	550.000	2.800.000	5,00
1985	567.000	1.900.000	3,35	2004	545.000	3.000.000	5,50
1990	515.000	2.100.000	4,08	2005	600.000	4.200.000	7,00
1991	518.000	2.180.000	4,21	2006	536.000	3.811.000	7,11
1992	525.000	2.225.000	4,24	2007	550.000	3.875.000	7,04



Grafik 1. Yıllara göre Türkiye'nin mısır üretimi (Bin/ton)

Türkiyede son 30 yıla kadar mısır üretimi en fazla Karadeniz ve Marmara bölgesinde yer almakta iken sulcu tarım yapılan alanların genişlemesi bölgelere uygun mısır çeşitlerinin ıslahı sonucu Ege ve Akdeniz bölgelerinde mısır tarımı yapılmaya başlanmıştır ve mısır üretiminde artış görülmüştür (Anonim, 2011d).

Tablo 7. Bölgelere Göre Türkiye'de Mısır Ekim Alanları ve Verimleri (TMO,2016).

BÖLGELER	EKİM ALANI(ha)	ÜRETİM (ton)	VERİM (ton/ha)
Akdeniz	197.867	1.681.714	8.50
Ege	65.582	511.900	7.81
Doğu Marmara	64.547	456.423	7.07
Güneydoğu Ana.	53.079	439.702	8.28
Batı Karadeniz	64.726	179.028	2.77
Doğu Karadeniz	43.529	84.773	1.95
Batı Anadolu	11.671	76.665	6.57
Orta Marmara	10.150	68.190	6.72
Ortadoğu Anadolu	3.118	19.545	6.13
Orta Anadolu	2.119	15.592	7.36
Kuzeydoğu Anadolu	498	1.478	2.97

Mısır tanesinde besin değeri ve enerji düzeyinin yüksek olması nedeniyle dane mısır üretiminin yanı sıra ülkemizin büyük bir çoğunluğunda hayvan beslemede silajlık mısır ve hasıl olarak ekimi giderek yaygınlaşmaktadır. Silajlık mısır ekimi en fazla Ege ve Akdeniz bölgesi illerinde özellikle süt hayvancılığının yoğun olarak yapıldığı İzmir, Manisa, Aydın, Balıkesir, Burdur gibi illerimizde yoğun olarak yapılmaktadır. İç ve Doğu Anadolu'da diğer bölgeler kadar olmasa da yine silajlık mısır üretimi mevcuttur (Anonim, 2011e).

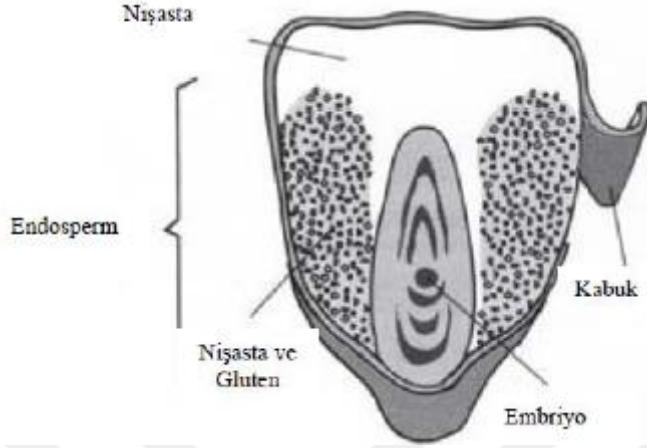


Resim 4. Silajlık mısır bitkisi hasadı (Anonim,2008c)



Resim 5. Silajlık mısır mısır hasadı(Anonim,2008b)

1.1.3. Mısır Tanesinin Fiziksel ve Kimyasal Yapısı



Şekil 1. Mısır Tanesinin yapısı

Mısırın en dışında bulunan daneyi çevreleyip koruyan dış katmanı kabuk kısmı bulunur ve bu kısım kepek olarak hayvan yemlerinde kullanılabilir. Mısır tanesinin iç kısmını yağ bakımından zengin embriyo oluşturur. Diğer kısmını ise endosperm oluşturmaktadır. Bu kısımda mısırın enerji miktarının yüksek olmasını sağlayan ve hayvanların beslenmesinde enerji verici özelliği bulunan nişasta bulunmaktadır. (Anonim, 2011f).

Tablo 8. Mısır Danesinin Besin Madde Bileşimi (Altinel,2002).

Tanenin Kısımları	Tanedeki Payı(%)	Nişasta (%)	Protein (%)	Yağ (%)	Şeker (%)	Kül (%)
Tane	-	71.5	10.3	4.8	2.0	1.4
Endosperm	82.5	85.4	9.4	0.8	0.6	0.3
Embriyo	11.5	8.2	18.8	34.5	10.8	10.1
Kabık	5.2	7.3	3.7	1.0	0.3	0.8
Sapçık	0.8	5.3	9.1	3.8	1.6	1.6

1.1.4. Mısırın Hayvan Beslemede Kullanımı

Mısır tane kısmında yüksek düzeyde enerji bulunur. Diğer tahıllara kıyasla daha az olmak üzere protein ve B-karoten vitamini bulunur. Özellikle tek midelilerden kümes hayvanları ve domuz rasyonlarında yüksek düzeyde kullanım alanı vardır. Ruminantlarda özellikle laktasyonun ilk periyodu başta olmak üzere rasyon enerji seviyesinin yükseltilmesi için buğday ve arpa gibi tane yemlerle beraber kullanılmaktadır. Hayvan türlerine ve hayvanın verim dönemine göre değişmekle birlikte rasyona % 65-70 oranlarına kadar mısır tanesi katılabilmektedir. Kanatlı hayvanlardan etlik piliç (broyler) rasyonlarında fazla miktarda kullanılmaktadır. Ruminant hayvanlarda rasyonun kuru madde miktarını arttırmak, enerji seviyesini yükseltmek amacıyla tane yem olarak kullanımının yanında rasyonlarda silajlık mısır olarak kullanılması hayvan besleme maliyetlerini düşürmekte, entansif olarak yetiştirilen süt ineklerinin beslenmesini kolaylaştırmaktadır (Anonim, 2011d).

Sılablık mısır üretimi, tarım teknolojilerinin artması, birim alan veriminin artması, kolay sindirilebilir karbonhidrat içeriğinin fazla olması sebebiyle son yıllarda ekim alanının ve üretiminin git gide arttığı gözlenmiştir. Sılablık mısır ekimi ülkemizde en fazla yaz sıcaklıklarının fazla, sulu tarımın yapıldığı Ege, Marmara ve Akdeniz bölgelerinde olup 90-120 gün gibi kısa bir süre içerisinde bahsedilen bu bölgelerde silajlık mısır üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Buğday ve arpa hasıllarına göre birim alandan daha yüksek miktarda mısır yeşil otu ve kuru madde elde edilmektedir. Yoğun besicilik yapılan bölgelerde enerji açığı arpa ve buğdayın yanı sıra mısır danesinden de kolaylıkla karşılanabilmektedir (Yaylak ve Kaya 2001).

Süt ineklerinin rasyon enerji düzeyinin sağlanmasında mısır silajı birinci olarak kullanılacak yem hammadresi olduğu için mısır silajının enerji değerinin yaş kimyasal analizler yapılarak bilinmesi gereklidir (Schwab ve Ark 2003).

1.1.5. Mısır ve Mısır Yan Ürünleri

Mısır danesi ve mısır silajının yanı sıra mısır danesinin işlenmesi sırasında rafine işleminden sonra kalan mısır yan ürünleri olan mısır proteini, selülozlu maddeler, mineral ve vitaminler hayvan yemleri olarak değerlendirilmesinde çok yaygın olarak kullanılabilmekte ve besin madde değeri çok yüksek yemlerin yapılması sağlanmaktadır.

Mısır sanayi ürünü olarak 4 çeşit yan ürün oluşmakta ve bunlar yemlerde kullanılabilir. Mısır Gluten yemi: Mısırın yaş öğütme aşamasında içerisindeki nişastanın alınmasından sonra geriye kalan artıklar mısırın dış kabuk kısmı gluten yemi olarak kullanılmaktadır. Yüksek miktarda karbonhidrat ve protein içerir. Mısır yüksek gluten yemi: Bu ürün daha yüksek miktarda protein ve amino asit ihtiva eder. Özellikle kümes hayvanlarının beslenmesinde kullanılır (Anonim, 2010d). Mısır embriyosu: Mısır tanesinden az miktarda mısır yağının alınması işleminden sonra oluşur. Mısır bekletme suyu: Mısır tanelerinin işlenmeden önce su içerisinde bekletilmesi sonucu ortaya çıkan protein, karbonhidratın yanı sıra vitamin ve mineral maddelerce zengin sudur (Anonim, 2010d).

1.2. NIR (NEAR INFRARED - YAKIN KIZILÖTESİ) TEKNOLOJİSİ

NIR teknolojisi 4000-9000 nm dalga boyu aralığındaki elektromanyetik radyasyonun absorpsiyonu temeline dayanan yakın kızıl ötesi spektroskopisi yöntemidir (Williams ve Norris, 2001). Bu şekilde daha önce cihaza kalibre edilen yem hammaddelerinin besin değerlerinin belirlenmesiyle son yıllarda hayvan besleme alanında yem hammaddelerinin analizinde kullanılmaya başlanmış ve yemlerin besin madde içeriklerinin hızlı bir şekilde belirlenmesi sağlanmaktadır (Williams ve Norris, 2001).

1.2.1. NIR Teknolojisi Çalışma Prensipleri ve Kullanım Alanları

Hayvan beslemede kullanılan yemlerin besin madde değerinin belirlenmesine ve öğrenilmesine günümüzde çok büyük ihtiyaç vardır. Rasyona katılan yem hammaddelerin değerlerinin bilinmesi rasyonun doğruluğunu doğrudan

etkilemektedir. Besin madde değerlerinin hızlı ve güvenilir bir şekilde, bir çok kimyasal maddeye gereksinim kalmadan yapan cihazlara ve teknolojilere eğilim giderek artış göstermektedir.

Günümüzde geleneksel yaş kimyasal analizler yerine hızlı sonuç veren yakın kızıl ötesi (NIR) cihazı kullanılmaya başlanmıştır (Cen ve He, 2007).



Resim 6. Near Infrared Yakın Kızılötesi (NIR) cihazının görüntüsü (Anonim,2017a)

NIR cihazı elektromanyetik radyasyonun absorbe edilmesi şeklinde çalışır. NIR cihazı kullanılarak hayvan yemlerinin içeriği hızlı ve güvenilir bir şekilde öğrenilmektedir. NIR cihazı dünyada ilk olarak tahıl danelerinin içerdiği nem miktarını öğrenmek için kullanılmıştır (Osborne ve Fearn,1986).

Et ürünlerinde etin içeriğinin ve kalitesinin belirlenmesinde bir çok ülkede NIR teknolojisi yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Abbas ve ark, 2010).

Aynı şekilde domuz etinin kalite standartlarının belirlenmesinde de NIR teknolojisi kullanılmaktadır (Kapper ve ark, 2012).

NIR cihazı yardımıyla domuzlardan elde edilen karkasların sınıflandırılması

çalışması yapılmış NIR cihazının kolay kullanılabilir, elle taşınabilir uygun maliyet özelliğinden faydalanılmıştır (Zamaro Rojas ve ark,2012).



Resim 8. NIR cihazı görüntüsü (Anonim,2017a)

NIR cihazının çalışması kullanılan çözeltilinin ışığı absorbe etmesi yansıtma da bulunması veya geçirmesi şeklinde olmaktadır.

1.2.2.NIR Tekniğinin Avantajları ve Dezavantajları

Avantajları

Başlıca avantajları şu şekilde sıralanabilir:

- a- Hızlı ve kolay bir şekilde ölçüm ve sonuç bildirimini yapılıır.
- b- Analizin yapılması için örnekleme iyi yapılmış az miktarda numune yeterlidir.
- c- Kullanılan numunenin kimyasal yapısında değişiklik meydana getirmez numunenin tekrar kullanımına olarak sağlar.
- d- İstenilen bütün özellikler protein, yağ, nem, ADF, NDF, kalite analizleri aynı anda yapılabilmekte, hepsi birbirinden bağımsız şekilde analiz yapılabilmektedir.
- e- Analiz sırasında kimyasal madde kullanılmadığı için çevrenin korunması için uygundur.

- f- Başka bir analiz cihazına ve analiz için kimyasal maddeye gerek olmadığı için ekonomik bir şekilde analiz yapma imkanı vardır.

Dezavantajları

Başlıca dezavantajları aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

- a- Kullanılan teknoloji pahalı olduğu için yatırım maliyeti yüksektir.
- b- Cihazın yapacağı analizler için kalibrasyonlara ihtiyaç vardır. Bu kalibrasyonların yapılması ilk aşamada zor olabilmektedir
- c- İki farklı NIR cihazı arasındaki okuma farklılıkları olduğu için bilgilerin bir cihazdan diğerine transferi bazen olmayabilmektedir.

1.2.3. NIR Teknolojisinin Hayvan Beslemede Kullanım Alanları

Hayvancılık sektöründe en önemli maliyet konusu yemlerdir. Yemlerin bu kadar maliyetli olduğu durumda kullanılan yemlerin gerçekten istenilen değerlere sahip olup olmadığı bunların analizlerle ortaya konulması ve daha sonra bu değerlere bakılarak rasyonun oluşturulması tam anlamıyla gerçek değerlere uygun olmasını sağlar ve bu yüzden yemin içeriğinin gerçek değer olarak bilinmesi gerekmektedir.

NIR cihazı, hayvan beslemede kullanılacak yemlerin protein, yağ, karbonhidrat, kül, nem gibi besin maddesi unsurlarını gerçek bir şekilde ortaya koyan analiz metodudur (Osborne ve Fearn, 1983).



Resim 9. NIR cihazında analiz gösterimi (Anonim,2011g)

NIR cihazında kullanılacak numunenin homojen olması, bütün yemi temsil edebiliyor olması ve gerekli bir şekilde öğütülerek cihazın tam sonuç vermesi sağlanmalıdır. Numunenin homojen olmaması ve yeterli derecede öğütülmemiş olması istatistiksel hatalara yol açar ve analiz sonucu bizim gerçek değerlerde yem yapmamıza engel olabilir. Numunenin bütün yemi temsil ediyor olması da istatistiksel hataları engeller. Eğer numune analiz için gerekli büyüklükte değil daha büyük partiküller halinde ise analizin yapıldığı yüzey azalmış olur bunun sonucunda gönderilen ışın dedektöre geri dönemez ve istatistiksel olarak ölçüm hataları yapılmış olur. Yem sanayiinde yem maddelerinin içeriğinin besinsel değerlerinin hızlı ve güvenilir bir şekilde yapılması gerekmektedir. Kimyasal analizlerle yapılan yem maddelerinin besin içerikleri her bir analiz için uzun zaman alır bu da yem endüstrisinde zaman kaybına neden olur.

NIR cihazı besin değerlerinin hemen sonuçlanmasını sağlar (Mc Cann ve ark,2006).

Hayvan yemlerinin içine katılan et kemik ununun belirlenmesinde NIR teknolojisi kullanılabilir (Rozadelgado ve ark,2007).

Sanayi yemlerinin içerisindeki aminoasitlerin belirlenmesinde yine NIR teknolojisi kullanılabilir (Gonzalez-Martin ve ark,2006).

NIR cihazı kullanarak mısır yeminde analiz sonuçları değerlendirilmiş ve belli bir süre sonunda güvenilirliği gittikçe artan sonuçlar alınmıştır (Volker ve ark,2003).

NIR cihazı kullanılarak çavdar silajının besin madde değerlendirilmesi yapılmış ve çiftçilere tavsiye edilmiştir (Park ve ark, 1998).

Hayvan yemlerinde tokoferol miktarının belirlenmesi için yine NIR teknolojisi kullanılmıştır (Gonzalez-Martin ve ark,2006).

Ilıman bölge otlarında NDF'nin *insitu* sindirilebilirlik düzeylerinin belirlenmesi için NIR cihazı kullanılmıştır(Nordhein ve ark,2007).

Balık yemlerinin kalitesinin belirlenmesi için 4 farklı balık yeminin analiz sonucu NIR teknolojisiyle hızlı bir şekilde yapılmıştır (Zhu ve ark,2007).

Arpanın sindirilebilirlik düzeyinin belirlenmesi için NIR cihazından yararlanılmıştır (Pujol ve ark,2007).

Doğal meraların besin madde içeriklerinin belirlenmesi içinde NIR tekniği kullanılmıştır (Fekadu ve ark,2009).

Türkiyede yetiştirilen ve hayvanların yemlerinde kullanılan yem hammaddelerinin ithal kalibrasyonlar kullanılarak yemlerin besin değerlerinin gerçek sonuçları yansıtması rasyon hesaplamalarında hataların oluşmasına neden olmaktadır (Güngör ve ark, 2008).

NIR cihazında referans değeri olarak R^2 değeri için 0.95 ve üzeri oldukça iyi sonuç olarak nitelendirilirken, 0.90-0.95 arası orta derecede, 0.90'ın altında ise kötü sonuç olarak nitelendirilmektedir. Standart hata değerleri için ise 0.3-0.5 değeri oldukça iyi, 1-1.5 orta ölçekli iyi, 2-3 değerleri kötü olarak nitelendirilmektedir (Anonim,2017b).

1.3. Karbonhidratlar

1.3.1. Karbonhidratlar ve Hayvan Beslemede Önemi

Karbonhidratlar karbon (C) hidrojen (H) ve oksijen(O)'den oluşur

Karbonhidratları oluşturan en küçük yapıtaşları monosakkaritlerdir. Monosakkaritler bir araya gelerek disakkaritleri, disakkaritler de bir araya gelerek polisakkaritleri oluştururlar. Yem hammaddelerinde en çok glikoz ve fruktoz bulunmaktadır. Karbonhidratlar kaba yemlerde fazla miktarda bulunsa da buğdaygil dane yemlerinde

yüksek oranda bulunmakta ve rasyonun enerji seviyesinin arttırılmasında çok fazla miktarda kullanılmaktadır. Hayvanların enerji kaynağı kullanımında glikozu kullanılır. Nişasta hayvanlarda sindirim sisteminde bulunan enzimler sayesinde sindirilir. Selüloz ise özellikle ruminantlarda ön midelerinde selülozu sindiren mikrobiyel fermentasyon yapan mikroorganizmalar tarafından sindirilir. Hayvanlar karbonhidrat enerji elde etmek için glikoz olarak kullanılır. Enerji kullanımından sonra fazla kalan glikoz hayvansal enerji kaynağı olarak glikojen şeklinde depolanır. Ruminantların karbonhidratları kullanımı daha farklıdır. Ruminantlar kaba ve kesif yemleri aldıktan sonra ön midelerinde bakteriyel fermentasyon meydana gelir. Uçucu yağ asitleri (asetik asit, bütirik asit, probiyorik asit) oluşur daha sonra meydana gelen uçucu yağ asitleri rumen duvarından emilerek hayvanın ihtiyacı olan enerji meydana gelir. Süt hayvanlarında selülozca zengin yemlerle beslenmesi sonucu asetik asit daha fazla miktarda oluşur. Besi hayvanlarında ise nişasta bakımından zengin yemlerle beslenmesi sonucu propiyonik asit oluşumu artar (Ergün ve ark.,2011).

1.3.2. Nişasta Yapısı Ve Hayvan Beslemedeki Önemi

Nişasta buğday, arpa, çavdar, mısır gibi buğdaygil tanelerinde bol miktarda bulunmaktadır. Yeşil otların köklerinde ve yapraklarında da bulunmaktadır. Rasyonda bulunması gereken nişasta daha çok buğdaygil danelerinden (arpa, buğday, mısır) elde edilmektedir. Yüksek süt verimli ineklerin beslenmesi sırasında enerji miktarının dengeli verilebilmesi için tahıllar bol miktarda kullanılmaktadır. Genellikle süt ineklerinde rasyonda optimum nişasta oranı rasyon kuru maddelerinde % 25-30 olarak kullanılmaktadır (Dryden,2008).

1.3.3. Nişasta ve Elde Edilişi

Nişasta özellikle tahıl danelerinden (arpa, mısır, buğday, çavdar, yulaf vb) ve patatesten belirli yöntemler kullanılarak elde edilen unsu yapıda besin maddesidir. Bitkilerde glikoz nişasta şeklinde depolanmaktadır. Bitkilerin kök, gövde, tohum, yaprak ve meyvelerinde bulunur. Bu bitkilerin insan ve hayvanlar tarafından

tüketilmesi ile enerji kaynağı olarak tüketilmiş olmaktadır. Mısır nişasta ise ince beyaz doz halinde bulunur.

Mısır danesinden elde edilen ürünler şunlardır.

1-Dış kabuk (kepek)

2-Öz (yağ taşıyan kısmı)

3-Gluten (yüksek protein içeren kısmıdır)

4-Nişasta beyaz granül halinde bulunan kısım.

Süt ineklerinin rasyonunda kullanılan nişasta düzeyi azaltılmış bunun yerine dışarıdan amilolitik enzimler ilave edilmiş ve sonuçta yemden yararlanma oranı arttırılmıştır (Gençoğlu ve ark, 2010).

Nişastanın rasyondaki enerji seviyesinin yükseltilmesiyle ilgili olarak yapılan çalışmada rasyonda nişasta miktarı arttıkça günlük canlı ağırlık artışının arttığı gözlenmiştir (Rickhardson ve ark, 1961).

1.3.4. Nişasta İle İlgili Yapılmış Çalışmalar

Etlik piliçlerin rasyonuna katılan nişastanın sindirilme derecesi nişastanın granül yapısı ve bitkilerin yetiştirildiği çevresel koşullardan etkilendiği gözlemlenmiştir (Classen ve ark, 1996).

Ruminant hayvanlarda yapılan çalışmada Rumen içerisinde uygun sindirim fizyolojisinin sağlanması için kullanılan tahılın nişastanın sindirime hızından etkilendiği görülmüştür.(Robinson ve Kennelly,1989).

Mısır ve buğday nişastasını ile yapılan çalışmada mısır nişastasının partikül büyüklüğünün fazla, buğday nişastasının ise daha küçük partiküllü olmasından dolayı hayvanların sindirim sisteminde daha hızlı bir şekilde sindirildiği gözlenmiştir (Kutlu ve ark, 2004).

Nişastanın yararlanılması ile ilgili olarak yapılan çalışmada nişastanın Rumen duvarından ve ince barsaktan fazla miktarda sindirilip nişastanın faydalanılmasının artacağı yavaş bir şekilde sindirilmesi uygun nişasta kaynaklarının rasyonda kullanılması ile sağlanacağı belirlenmiştir (Robinson ve Kennelly,1989).

Ruminantlarda yapılan çalışmada enerji kaynağı olarak kullanılan propiyonik asitin rumende üretilmesi ile rasyonda glukoneojenik maddenin oluşturulması sağlanmış bu da glukoz kaynağının bu asitten meydana geldiğini göstermiştir (Huntingon, 1997).

Campbell ve ark.(1999), mısırdaki nişasta ve tahıl amiloz içeriğini NIR tekniği yardımıyla tahmin etmişlerdir. Kalibrasyonlar PLS (Partial Least Squares) ve yapay sinir ağı kullanılarak geliştirildi (ANN: Artificial neural network analyses). Sonuçlar, bu yöntemin sınırlı derecedeki hassasiyetini göstermiş, buna karşın, NIR tekniğinin nişasta amiloz içeriği için kaba bir tarama yöntemi olarak kullanılabilceğini göstermektedir.

Patates nişastası üzerine yapılan çalışma patatesin kuru madde miktarı ve bünyesinde barındırdığı nişasta konstrasyonunun hesaplanması amaçlanmıştır. Aynı parametrelerin miktarının araştırılmasında NIR spektroskopi yöntemi kullanılmış ve sonuç olarak diğer analiz yöntemleriyle karşılaştırıldığında NIR spektroskopisi tekniğinin daha az yanılma payı ile sonuç verdiği gözlenmiştir (Haase, N.U. 2006).

Mısır tanesi üzerinde yapılan çalışmada mısır tanesinin protein, nişasta, ve yağ içeriğinin belirlenmesinde NIR spektroskopi yöntemi kullanıldığı bir çalışmada, kimyasal yöntemlerde bulunan protein nişasta ve yağ içerikleri NIR teknolojisi yöntemleriyle aynı değerlerde bulunmuştur. Sonuç olarak protein nişasta ve yağ içeriğinin belirlenmesinde doğru sonuçlar veren ve numunede kimyasal değişime uğratmayan NIR spektroskopisi kullanabileceği grlmştir (Jiang ve ark, 2007).

Seçilmiş nişasta numulerinin hızlı bir şekilde analizinin yapılması için NIR spektroskopisi yöntemi kullanılmış ve bu sayede nişasta moleküllerinin sınıflandırılması NIR teknolojisi sayesinde yapılabilmıştir.(İrudayaraj ve ark 2002).

Pirinç nişastasının kalite özelliklerinin belirlenmesi için NIR spektrokopisi yönteminin kulanıldığı bir çalışmada, pirincin analiz değerini tahmin etmede olumlu

sonuçlar alınmıştır. Pirinç numunesinin çiğneme sertlik ve yapışkanlık gibi özelliklerinin belirlenmesi ve pirinç ıslah çalışmasında bu verileri kullanılması ile yeni çeşit pirinç ıslahları gerçekleşmesi için numulerinin hızlı bir şekilde rutin taramasında NIR teknolojisi kullanılmıştır (Bao ve ark 2001).

Mısır ve buğday nişastasının kullanıldığı başka bir çalışmada, sonuç olarak mısır ve buğday bazlı nişastaların farklılıkları NIR spektroskopisi yöntemi ile belirlenmiştir (Hodsagi ve ark, 2012).

Protein yağ, nem ve diğer bazı bileşenlerin ve parametrelerin belirlenmesi için çeşitli tohumlarda NIR spektroskopisi yöntemi kullanılmıştır. Bütün tahıl analizlerinde dalga boylarının optimizasyonunun NIR teknolojisinin önemli bir metot olduğu, tahıl kalibrasyonlarında analizlerin doğruluğunu izlemek amacıyla NIR spektroskopisi yönteminin kullanılabilir olduğu gözlemlenmiştir (Williams, P.C.Sobenins, D.C. 1993).

Kimyasal analizlerin yapılması sırasında zaman ve bazı kimyasalların kullanılması sebebiyle belli bir maliyeti bulunmaktadır. Yakın kızıl ötesi yansıtma yöntemi ile (NIR) kısa süre içerisinde ekonomik bir şekilde numunelerde tahribat yapmadan analiz yapılabilir. Örneğin nişasta gibi karmaşık yapıların analizi için NIR tekniği kullanılabilir (Foley ve ark, 1998).

NIR spektroskopisi yöntemi hayvan yemleri ve insan gıdalarının analizi için hızlı doğru bir şekilde analiz yöntemi sağlayarak devrim yaratmış ve yöntemin kullanılabilirliği gittikçe artmaktadır. Özellikle hayvancılık alanında yem değerlerinin belirlenmesinde yem ham maddelerinin incelenmesinde besin madde tahmininde (su, protein, nişasta ,yağ, sukroz) hayati öneme sahiptir. Gelecekte yem değerlendirme yöntemi olarak yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanacaktır (Givens ve ark,1997).

Türkiye’de milli bir kalibrasyon oluşturulmasının hedeflendiği bu alışma, Mısır tanesinde NIR cihazı yardımıyla nişasta içeriği yönünden kalibrasyon oluşturulması amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. MATERİYAL VE METOD

Bu araştırma, En çok mısır yetiştiriciliğinin yapıldığı Türkiye'nin yedi farklı bölgesini temsil eden şehirlerde Toprak Mahsulleri Ofisi (TMO) satın alma birimlerine getirilen toplam 320 adet tane mısır numunesi üzerinde sürdürülmüştür. Bahsi geçen, Adana, Diyarbakır, Gaziantep, İskenderun, İzmir, Konya ve Şanlıurfa illerinde bölge satın alma ajanslarının bağlı olduğu şubelere bizzat tek tek gidilerek direkt bu ajanslara mısır satışı için gelen üreticilerden yerinde tane mısırlardan numune alımı yapılmıştır. Numune alma işlemi sırasında, tane mısırları satışa getiren her bir üreticinin kimlik bilgileri, mısırın yetiştirildiği bölgeye ait bilgileri kayıt altına alınmıştır. Alınan her bir tane mısır numunesi, ilgili kayıtları yapıldıktan sonra hava almayan naylon poşetlere konulmuş, akabinde hızlıca hareket edilerek, Afyon Kocatepe Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Yem Analiz Laboratuvarı'na sevk edilmiştir. Numuneler laboratuvara ulaştırıldıktan sonra, ultra santrifüjlü rotorlu öğütücü ile öğütülmüş (ZM200, Retsch Ltd., Düsseldorf, Almanya) ve 1 mm çapındaki eleklerden geçirilmiştir. Bu işlemden hemen sonra, Öğütülmüş ve elekten geçirilmiş mısır numuneleri tekrar her biri ayrı ayrı hava almayan şeffaf naylon poşetlere yerleştirilmiş ve ayrılmıştır. Tane mısırlar hemen öğütüldükten sonra her bir numuneden tek tek ayrı ayrı olarak spektralar alınmıştır. Spektra alma işlemi esnasında şeffaf cam bir petriye alınan öğütülmüş tane mısır numuneleri, NIR cihazının (NIRMaster®, Büchi Labortechnik AG, Flawil, İsviçre) otomatik rötör kısmına yerleştirilmiş ve her bir mısır numunesi için üç kez tekrar olmak üzere spektra alınmak suretiyle nişasta ile ilgili spektralar toplanmıştır. Toplanan bütün spektralar NIR cihazına bağlanmış entegre olan şahsi bilgisayarda üretici firmanın sağladığı aynı adlı bilgisayar programı ile uygun bir biçimde elektronik ortamda depolanmıştır. Doğrudan spektraları alınarak toplanan numuneler tekrar ayrı şeffaf poşetlere alınmış ve analiz edilinceye kadar -20 C'de muhafaza edilmiştir.

Öğütülmüş tane mısır numuneleri kemometrik metotla nişasta analizi yapılması amacıyla, bir gece oda ısısında desikatörler içerisinde bekletilmiş ve tekrar

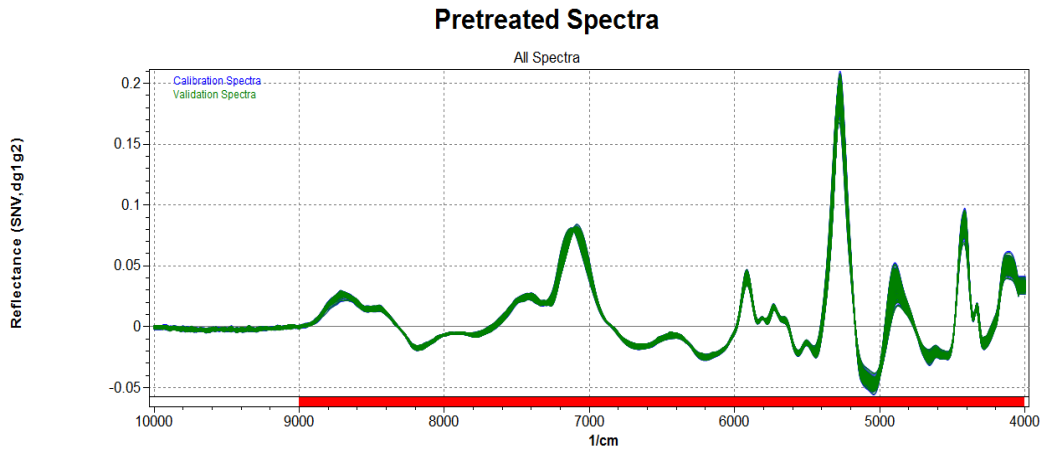
nem almadan çözdürülmesi sağlanmıştır. Çözünmüş tane mısır numunelerinden AOAC (2005) metodu içerisinde bildirilen Polarimetrik Nişasta Tayini Yöntemi'ne (Yöntem No:996:11) uygun olarak digital polarimetre yardımı ile (ADP410 Polarimeter®, Bellingham and Stanley, Kent, Birleşik Krallık) ile nişasta analizleri gerçekleştirilmiştir. Her bir numune için ayrı ayrı elde edilen yaş kimya sonucu verileri NIR Master içerisinde bulunan operatör programına kaydı gerçekleştirilmiştir.

2.1. Kalibrasyonların Oluşturulması, Veri analizi ve Kemometrik Analizler

Araştırmada NIR cihazı yardımıyla elde edilen spektralar ve kemometrik analiz verileri üzerinden oluşturulan kalibrasyon ve istatistiksel değerlendirmeler NIRCAL programı yardımıyla (Büchi Labortechnik AG, Flawil, İsviçre) ile değerlendirilmiştir. Spektraların kendi içerisinde kalibrasyon ve validasyon setleri program yardımı ile ayrılmıştır. Elde edilen spektralar PLS (Partial Least Square) yöntemi ile ikincil türev üzerinden (second derivative) değerlendirilmiştir. Normalizasyon çalışması yapılan verilerde SNV (Standard Normal Variate) metodu uygulanmıştır. Ayrıca birinci dereceden türev alınarak (1st Derivation B Cap 5 Points Gap 2) veriler regresyona hazır hale getirilmiştir. Outlier değerleri kalibrasyon setinden çıkarılarak normalleştirilen spektralara lineer regresyon uygulanmış ve kalibrasyon kalite parametreleri ortaya çıkarılmıştır. Bu aşamada R^2 değeri, Validasyon ve Kalibrasyon setinin standart sapmaları hesaplanmıştır. Reflektanslara göre Regresyon Katsayıları ile elde edilen grafiksel çıktılar alınmıştır. Ayrıca validasyon setinin tahminleme rezidüal hatasının kareler toplamı da (V-Set PRESS) ortaya çıkarılmıştır. Outlier değerleri program tarafından belirlenmiş ve kalibrasyon kalitesini düşürmesinden dolayı çalışmaya dahil edilmemiştir.

3. BULGULAR

Spektralara uygulanan ön uygulamalar sonucu reflektans görünümleri (1/log) ve normalleştirilmiş spektralar Grafik 2'de gösterilmiştir.

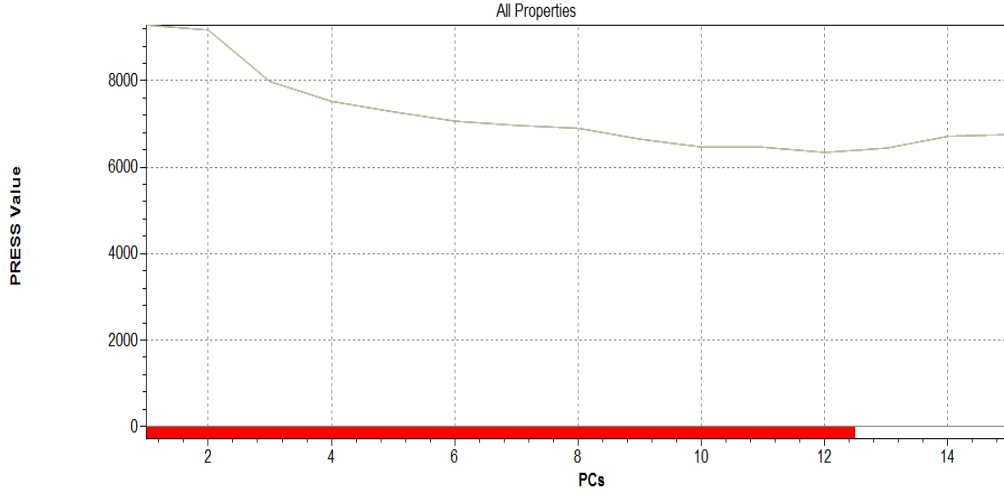


Grafik 2. Normalizasyon uygulanmış spektra seti.

Uygulama sonrasında elde edilen fonksiyonel spektraların 9000-4000 nm/cm dalga boylarında elde edildiği görülmüştür.

Elde edilen validasyon setinin tahminleme rezidüal hatasının kareler toplamı grafiği (V-Set PRESS) sayesinde temel bileşen değeri (Principal Components) 12 civarında olmuştur. V-Set PRESS üzerinden temel bileşen değerleri Grafik 3'de gösterilmiştir.

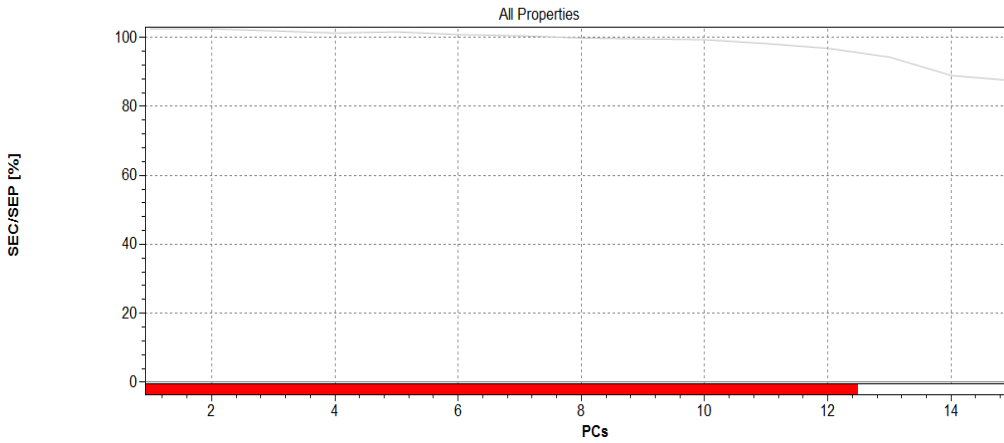
V-Set PRESS



Grafik 3. Tahminleme Rezidüel Hatasının Kareler Toplamı.

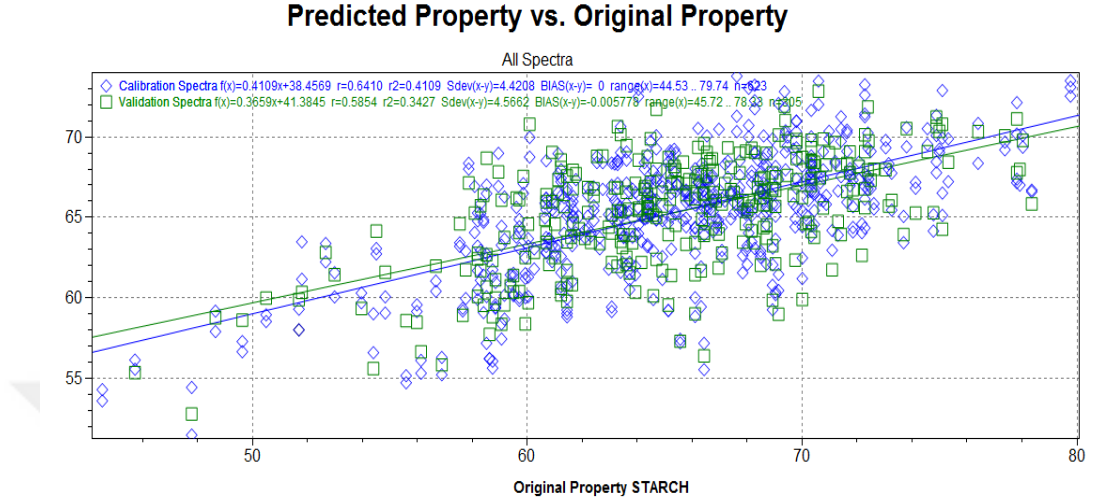
Elde edilen regresyon tutarlılığı kalibrasyonun standart hata değerinin (SEC) tahminleme standart hatasına bölünmesi (SEP) sonucunda elde edilmiştir. Tutarlılık değeri 80 ile 100 arasında belirlenmiştir. Tutarlılık analizi sonuçları Grafik 4'de gösterilmiştir.

Consistency



Grafik 4. Kalibrasyon setinin tutarlılık analizleri.

Kalibrasyon ve validasyon setlerinden elde edilen doğrusal regresyon değerlerine ait çıktı Grafik 5'de gösterilmiştir.



Grafik 5. Kalibrasyon ve validasyon seti modelleri

Regresyon analizine kalibrasyon setinde 623, validasyon setinde 205 ölçüm dahil edilmiştir. Analiz sonucunda Kalibrasyon ve Validasyon setlerine ait model aşağıdaki şekilde oluşturulmuştur:

Kalibrasyon seti

$$f(x) = 0.4109x + 38.4569$$

$$r=0.6410; r^2= 0.4109 \text{ Standart Sapma} = 4.4208$$

Validasyon seti

$$f(x) = 0.3659x + 41.3845$$

$$r=0.5854; r^2= 0.3427 \text{ Standart Sapma} = 4.5662$$

Bunun yanında kalibrasyon aralığı 44,53 olarak belirlenirken; validasyon aralığı 45.72 olarak belirlenmiştir.

4. TARTIŞMA

Sunulan tez çalışmasında, Türkiye’de en çok mısır yetişen bölgelerden toplanan mısır tanesi numunelerinden Toplam 320 numunedan (her biri 3 spektra olacak şekilde) toplam 960 spektra alındı. Kalibrasyon setinde 623, validasyon setinde 205 adet spektra kullanıldı. Ayrıca 132 spektra değerlendirme dışı bırakıldı. Bu konuyla ilgili olarak yapılan diğer bazı araştırmalarda elde edilen spektra ve numune sayısı ve tahminleme gücünü gösteren verilere ait değerler ve literatür bildirişleri çizelge 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9. Tane mısırdaki besin maddelerinin R² değerlerini içeren sınırlı sayıdaki araştırmalara ait veriler.

Mısır	Örnek sayısı	Analiz edilen besin maddesi	R2 değeri	Referans
Tane	100	Nişasta	0.83-0.94	Plumier ve ark.,2013
Tane	90	Nişasta	0.98, 0.99	Zhong ve Qin.,2016
Tane	304	Nişasta	0.77	Paulsen ve ark.,2003
Tane	226	Nişasta	0.79	Paulsen ve Singh,2004
Tane	216	Nişasta	0.86	Baye ve ark.,2006
Tane	87	Protein, lizin, triptofan, yağ, eriyebilir şeker	0.75, 0.47, 0.54, 0.29, 0.02	Tallada ve ark., 2009

Araştırmada kemometrik (yaş kimya) nişasta analizlerine ait sonuçlar Çizelge 10’da gösterilmiştir.

Tablo 10. Mısır tanesinde yaş kimya nişasta sonuçları ve veri analizi parametreleri.

Nişasta yaş kimya analiz sonuçları betimleyici istatistikler	
Numune sayısı	65,1090
Standart Hata	0,3408
Standart Sapma	6,0384
Medyan	65,4090
Varyans	36,4619
Bağıl standart sapma	0,09274 (%9,27)
En yüksek değer (max)	79,74
En düşük değer (min)	42,58

Çizelgede gösterildiği gibi, bu tez çalışmasında validasyon veri seti değerleri oldukça geniş bir aralıkta tesbit edilmiştir. Bu durum, farklı Türkiye'nin farklı bölgelerinden toplanarak getirilen tane mısır numunelerinde yapılan yaş kimya analizleri sonrasında geniş bir varyasyon aralığında elde edilen nişasta değerleri içeriğinden kaynaklanmış olabilir. Konuyla ilgili olarak Dünyada da tane mısırın nişasta içeriği oldukça geniş bir varyasyon aralığındadır (Lardy,2013). Sunulan bu tez çalışmasında yaş kimyasal (kemometrik) metotla elde edilen tane mısır nişasta içerik değerleri % 65.1090 olarak tespit edilmiştir. Tesbit edilen bu değerler aynı zamanda, Dünyada ve Türkiye'de tane mısırdaki nişasta değerleri açısından bulunan normal değerler içerisinde (Wehling ve ark., 1993; Gibb,2000)

Sunulan araştırmada kemometrik (yaş kimya) analizler 320 örnek üzerinde yapılmış ve 0.3408 standart hata sonucu elde edilmiştir. Bulunan bu değer bazı çalışmalarda (Wehling ve ark.1993) elde edilen standart hata sonuçlarıyla benzer niteliktedir. Wehling ve ark., (1993), mısır tanelerinde standart hata değerlerini nişasta için % 1.41-2.07 aralığında tespit etmişlerdir.

Benzer şekilde Melchinger ve ark.,(1986), Standard hata sonuçlarını mısır tanelerinde protein, selüloz ve suda eriyebilen karbonhidratlarla, mısır koçanında protein ve ADF değerleri açısından NIR analizi ile sırasıyla % 0.16, %0.11, %0.21, %0.28 ve %0.46 olarak bulmuşlar ve NIR analizleri ile bulunan bu değerleri kemometrik analiz sonuçlarından % 6 ila % 22 oranında daha yüksek bulmuşlardır.

Konuyla ilgili benzer nitelikte yapılan bir çalışmada, mısır nişastasının içerisine farklı oranlarda katılarak miktar olarak belirlenmesine yönelik yapılan NIR kalibrasyon çalışmasında R^2 değeri 0.92-0.93 aralığında bulunmuş, standart hata kalibrasyon değeri ise 2.52-2.65 aralığında bulunmuştur (Lahumi ve ark.,2014). Paulsen ve Sing,(2004), 1997 ve 2001 yılları arasında 226 mısır örneği üzerinde yaptıkları çalışmalarında ortalama ekstrakte edilebilir mısır değerini % 63.4 – 68.5 aralığında tesbit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar standart hata değerini 1.24 bulurken, R^2 değerini 0.79 olarak tesbit etmişlerdir. Baye ve ark.,(2006), mısır nişasta değerini % 33.1-75.9 aralığında tesbit ederken, standart sapma değeri 9.2 ve R^2 değerini 0.86 olarak bildirmişlerdir. Benzer şekilde Burgers,(2009), Mısırın nişasta değerini % 60.1, standart sapma değerini 1.1 olarak bildirmektedir.

Mısır tanesinin nişasta miktarı için ortalama değer % 58.5-74.4 ve R^2 değeri 0.77 bildirilirken (Paulsen, ve ark.,2003), tatlı patatesin ortalama nişasta değeri %89.79 iken R^2 değeri ise 0.85-0.92 aralığında bulunmuştur (Lu ve ark.,2006).

Sunulan tez çalışmasında, bulunan spektra değerleri ön muamele (pretreatment) olarak birinci türev (derivative) gap 2 (first derivate gap2) standart normal değişim (varyasyon) (SNV) ve çarpımsal (multiplicative) dağılım düzeltmesi (multiplicative scatter correction, MSC) uygulanmıştır. Bu değişkenlerin (parametrelerin) görüngelerin (spektralarının) değerlendirilmesinde son derece yaygın olarak kullanıldığı bildirilmektedir (Panero ve ark., 2013; Zhao ve ark.,2015). Multiplicative scatter correction (MSC) ve standart normal varyasyon (SNV) yürütümlerinin (uygulamalarının) belirlenemeyen yol uzunluğu ve şua (ışın) saçılması (path length ve light scattering) gibi tesisatsal (donanımsal) spektrofotometri yanımlarını bertaraf etmede son derece başarılı olduğu bildirilmiştir (Panero ve ark., 2013). Ambians (ortam) veya etraf sıcaklık tadilatları (değişiklikleri), örnek farklılıkları, ya da sensörden kaynaklanan dış ortam menşeli başlangıç spektralarının değişkenleri değişiklik gösterebilir (Bokobza,1998). Bu

amaçla başlangıç etkisini oluşturan bu duruma mani olunması maksadıyla ve başlangıç ilk etkisini ortadan kaldırarak kemometrik tahlillerle oluşturulan bu kemometrik çizgenin değişkenliklerini en az düzeye indirgeyerek hatalı bir kıymetlendirme yapılmasının önlenmesi için birinci ve ikinci türevlerin (first-second derivative) değerlendirilmesi tavsiye edilmektedir (Mark ve Workman,2003).

Yapılan tez çalışmasında, elde edilen spektraların değerlendirilmesinde, Tikel (kısmi) en küçük dördül metodu (PLS) kullanılmıştır. Kullanılan bu yöntem NIRS kalibrasyonlarında çok yaygın olarak kullanılmaktadır ve bu yöntemin en işlevsel yöntemlerden biri olduğu bildirilmektedir (Blanco ve Peguero,2012) Bu PLS yöntemi ile, aralarında çoklu doğrusal bağıntı olan açıklayıcı değişkenler, Harezmi yolu (algoritmalar) yardımıyla hem tabi (bağımlı) değişkendeki değişim hem de açıklayıcı değişkenlerdeki değişim olarak açıklanabilmektedir (Via ve ark., 2014).

Tahminleme değerinin hesaplanmasında R^2 (belirleme [tayin] katsayısı) değeri kullanılmaktadır. Bu değer, değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleme katsayısı olan regresyon katsayısı; R değerinin karesi alınarak hesaplanmaktadır (Sohn ve ark.,2006). Bu R^2 değeri 0 ve 1 sayıları arasındadır. Bu değer aynı zamanda 1 sayısına ne kadar yakınsa o kadar güçlü bir sonuç olarak kabul edilir (Sohn ve ark., 2006; Gujarati,2015). Sunulan tez çalışmasında nişasta değeri için kalibrasyon setinin R değeri 0.6410 ve R2 değeri 0.4109, validasyon setinin R değeri 0.5854 ve R2 değeri 0.3427 olarak tesbit edilmiştir. Wehling ve ark.,(1993), tane mısırdaki NIRS tekniği kullanarak yaptıkları çalışmalarında nişasta değeri için R2 değerini 0.872-0.892 aralığında tesbit etmişlerdir. Benzer şekilde (Fu, 2011), mısır tanesi nişastasının R^2 değerini 0.991 olarak saptamışlardır. Konuyla ilgili olarak yapılan başka bir çalışmada (Holder,2012), nişasta amiloz ve amilopektin oranını NIRS yardımıyla belirlemek amaçlanmış ve R^2 değeri 0.832 olarak tesbit edilmiştir. Literatür bildirişlerde mısır nişastasının ortalama değer ve R^2 değerleri ile ilgili verilen örnek sonuçlar, araştırmamızdaki nişasta için R2 değerinden oldukça yüksek bulunmuştur. Bu sonuç, mısır bitkisinin yetiştirildiği toprak çeşidi ve türü, iklimsel ve coğrafi farklılıklar, ve bunlardan daha önemlisi mısır bitkisinin ırk farklılığından kaynaklanmış olabilir.

5. SONUÇ

Ülkemizde yetiştirilen mısır tanelerinden yerli bir kalibrasyon oluşturma maksadıyla yapılmıştır bu sayede tüm bölgeler için bölgeleri temsil eden mısır numuneleri ülkemizin yedi farklı bölgesinden toplanarak FT-NIR cihazı kullanılmış ve tüm ülkeyi temsil edecek milli bir nişasta miktarı kalibrasyonu oluşturmak için yapılan bu çalışmada sonuç olarak NIR cihazı kullanılarak mısır nişastasını tayini yapılabileceği ancak nişasta kalibrasyonlarının daha güvenli ve kullanılabilir sonuçlar alınması için daha fazla sayıda mısır numunesi üzerinde araştırma yapılması en azından 500 ve üzeri mısır numunesi üzerinde çalışmaların yapılması sonucuna varılmıştır.

6. ÖZET

Bu araştırma Türkiye'nin yedi farklı coğrafi bölgesinden TMO ofislerinden getirilen toplam 320 (üç yüz yirmi) adet mısır numunelerinin nişasta değerlerinin kalibrasyonu NIR cihazı kullanılarak yapılmıştır.

Araştırmada kullanılan mısır numuneleri Türkiye de mısır üretiminin yoğun olarak yapıldığı bölgelerden seçilmiştir ve laboratuvara getirilmiştir.

Laboratuvara getirilen mısır numunelerinin öğütülmesi işlemi yapılmış daha sonra spektraları oluşturulmuştur. Bununla birlikte laboratuvara yaş kimyasal analiz yöntemleri kullanılarak nişasta değerleri bulunmuştur.

Oluşturulan kalibrasyon setinin $r=0.6410$; $r^2= 0.4109$ Standart Sapma = 4.4208 şeklinde değerleri alınmış, validasyon setinden ise $r=0.5854$; $r^2= 0.3427$ Standart Sapma = 4.5662 değerleri elde edilmiştir. Kalibrasyon aralığı 44.53 bulunurken, validasyon aralığı ise 45.72. olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak bu araştırma sayesinde Türkiyenin 7 farklı bölgesini temsil edebilecek mısır tanesindeki nişasta miktarı FT-NIR cihazı kullanılarak kalibrasyonların bilimsel açıdan daha doğru sonuçlar vermesi için daha fazla miktarda numune ile çalışmaların yapılması gerektiği görülmüştür.

7. SUMMARY

This research was carried out to determine by using NIR instrument to calibrate the starch values of 320 (three hundred and twenty) corn samples taken from TMO offices in seven different geographical regions of Turkey.

The corn samples used in the research were selected from the regions where corn production was intensified in Turkey and brought to the laboratory.

The corn samples brought to the laboratory were milled and then spectra were formed. Afterwards, starch values were found in the laboratory using wet chemical analysis methods.

The calibration set generated is $R = 0.6410$; $R^2 = 0.4109$ Standard Deviation = 4.4208, $R = 0.5854$ from the validation set; $R^2 = 0.3427$ Standard Deviation = 4.5662 values were obtained. In the study, Calibration interval is 44.53, Validation interval is 45.72. Respectively.

As a result, this research has shown that using FT-NIR device with starch contents in corn which can represent 7 different regions of Turkey requires more samples to be worked on in order to give scientifically more reliable results.

8. KAYNAKLAR

- ABBAS, O., PIERNA, J.A.F., BOIX, A., HOLST, C., DARDENNE, P., BAETEN, V. (2010). Key parameters for the development of a NIR microscopic method for the quantification of processed by-products of animal origin in compound feedingstuffs. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 397(5): 1965-1973
- ALTINEL, B. (2002). Sanayide Kullanılan Mısır İle Kuru Öğütme Ve Ürünlerinin Bazı Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- ANDERSON, N.M., WALKER, P.N. (2003). Measuring Fat Content Of Ground Beef Stream Using On-Line Visible/Nir Spectroscopy. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 46(1): 117-124
- ANONİM (2008a). Erişim: [Capture.com.tr]. Erişim Tarihi : 08.03.2016
- ANONİM (2008b). Erişim: [www.fimaksagriculturel.com.tr]. Erişim Tarihi : 08.03.2016
- ANONİM (2008c). Erişim: [balyacim.com.tr]. Erişim Tarihi : 14.06.2014
- ANONİM (2008d). Erişim: [www.onattarım.com.tr]. Erişim Tarihi : 15.05.2015
- ANONİM (2010). Erişim: [www.özsilaj.com.tr]. Erişim Tarihi : 15.05.2015
- ANONİM (2011a) Hasad Yayıncılık Buğdaygil Yem Bitkileri İstanbul.
- ANONİM (2011b) Hasad Yayıncılık Yem Bitkileri İstanbul.
- ANONİM (2011c) Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Ankara.
- ANONİM (2011d) Mısır Yetiştiriciliği kitabı İstanbul.
- ANONİM (2011e) Silaj Bitkileri Yetiştirme ve Silaj Yapımı Hasad Yayıncılık, İstanbul.
- ANONİM (2011f) Veteriner Fizyoloji Ankara.
- ANONİM (2011g). Erişim: [www.kanatlıbilgi.com.tr]. Erişim Tarihi : 08.03.2016
- ANONİM (2012). Erişim: [labmate-online.com.tr]. Erişim Tarihi : 08.03.2016
- ANONİM (2017a). Erişim: <https://www.makinaturkiye.com/perten-8600-nir->

sistemleri-cihazı-p-124758

ANONİM (2017b). Erişim: [http : // nirsconsortium . org / Resources / Documents / NIRS %20white%20paperMar09.pdf](http://nirsconsortium.org/Resources/Documents/NIRS%20white%20paperMar09.pdf).

BAO J.S., CAI, Y.Z., CORKE, H. (2001). Prediction of Rice Starch Quality Parameters by Near-Infrared Reflectance Spectroscopy. *Food Chemistry and Toxicology*. 66(7): 936-939.

BAYE, T.M., PEARSON, T.C., SETTLES, AM.M. (2006). Development of a calibration to predict maize seed composition using single kernel near infrared spectroscopy, *Journal of Ceracel Science*. 43:236-243

BESSIE, S., BEYENE, F., HUNDIE, B., GOSHU, D., MULATU, Y. (2016). Land Use/Land Cover Change And Its Effects On Bamboo Forest In Benishangul Gumuz Region, Ethiopia. *International Journal of Sustainable Development & World Policy*. 5(1): 1-11 .

BLANCO, M., PEGUERO, A. (2012). A new and simple PLS calibration method for NIR spectroscopy. API determination in intact solid formulations, *Journal of The Royal Society of Chemistry*. 4:1507-15012

BLAZEK, J., JIRSA, O., HRUSKOVA, M. (2005). Prediction of wheat milling characteristics by near-infrared reflectance spectroscopy. *Czech J Food Sci*. 23 (4): 145-151.

BOKOBZA, L. (1998). Near infrared spectroscopy. *J. Near Infrared Spectrosc*. 6(3)

BÖLÜKBAŞI, B., (2006). Etlik Piliç Karma Yemlerinde Nişasta Kaynağının Yem Tercihi Ve Besi Performansına Etkisi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi.

BURGERS, A.P. (2009). Development of rapid methods to determine the quality of corn for ethanol production. A thesis submitted to the graduate faculty in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of science. Iowa State University, USA

CAMPBELL, M.R., MANNIS S.R., PORT, H.A., ZIMMERMANİ A.M., GLOVER, D.V. (1999). Prediction of Starch Amylose Content Versus Total Grain Amylose Content in Corn by Near-Infrared Transmittance Spectroscopy. *American Association of Cereal Chemists*.76(4): 552-557.

CAMPBELL, M.R., MANNİS, S.R., PORT, H.A., ZIMMERMAN, A.M., GLOVER, D.V. 1999. Prediction of starch amylose content versus total grain amylose content in corn by near-infrared transmittance spectroscopy. *Cereal Chem*. 76:552-557.

CEN, H., HE, Y. (2007). Theory and application of near infrared reflectance spectroscopy in determination of food quality. *Trends in Food Science & Technology*, 18(2): 72-83

- CLASSEN, H.L., (1996). Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. *Animal Feed Science and Technology*. 62(1): 21-27.
- ÇOŞKUN, M.B., YALÇIN, İ., ÖZARSLAN C., (2006). Physical properties of sweet corn seed (*Zea mays saccharata* Sturt.). *Journal of Food Engineering*. 74(4): 523-528.
- DAVIES, A.M.C., FEARN, T. (2009). Something has happened to my data: potential problems with standart normal variate and muliplicative satter correction spectral pre-treatments. *Spectropy Europe*. 21:6
- DE LA ROZA-DELGADO, B., SALDADO, A., MARTINEZ-FERNANDEZ, A., VICENTE, F., GARRIDO-VARO, A., PEREZ-MARTIN, D., DE LA HABA, M.J., GUERRERO-GINEL, J.E. (2007). Application of near-infrared microscopy (NIRM) for the detection of meat and bone meals in animal feeds: A tool for food and feed safety. *Foof Chemistry*. 105(3): 1164-1170.
- DRYDEN, G.McL. (2008). *Animal Nutrition Science*. Textbook. Cambridge University Press. Cambridge. UK.
- ERGÜN, A., TUNCER, Ş.D., ÇOLPAN, İ., YALÇIN, S., YILDIZ, G., KÜÇÜKERSAN, M.K., KÜÇÜKERSAN, S., ŞEHU, A., SACAĞLI, P. (2011). *Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları*. 1-757. Pozitif Matbacılık . 5. Baskı. Ankara.
- FAO (2009) The Food and Agriculture Organization – Gıda ve Tarım Örgütü).
- FEKADU, D., BEDIYE, S., SILESHI, Z. (2009). Characterizing and predicting chemical composition and in vitro digestibility of crop residue using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Livestock Research for Rural Development* 22(2)
- FOLEY, W.J., MCILWEE, A., LAWLER, I., ARAGONES, L., WOOLNOUGH, A.P., BERDING, N. (1998). Ecological applications of near infrared reflectance spectroscopy – a tool for rapid, cost-effective prediction of the composition of plant and animal tissues and aspects of animal performance. *Oecologia*. 116: 293-305.
- FONTAİNE, J., SCHIRMER, B., HÖRR, J. (2002). Near-Infrared reflectance spectroscopy (NIRS) enables the fast and accurate prediction of essential amino acid contents. 2. Results for wheat, barley, corn, triticale, wheat bran/ middlings, rice bran, and sorghum. *J Agriculture Food Chemical*. 50 (14): 3902-3911.
- FU, N. (2011). Research on NIR Calibration Model of Corn Starch Content Based on Subset Selecting and a Series of PLS Method. *Journal of Anhui Agricultural Science*. 36
- GENÇOĞLU, H., SHAVER, R.D., STEINBERG, W., ENSINK J., FERRARETTO L., BERTICS, S.J., LOPES, J.C., AKINS, M.S. (2010). Nişasta Düzeyi Düşük Rasyona Amilaz Enzimi İlavesinin Süt İneklerinde Laktasyon Performansı Üzerine Etkisi. *Journal of Dairy Science*. 93: 723-732.
- GIVENS, D.I, DE BOEVER, J.L., DEAVILLE, E.R. (1997). The principles, practices and some future applications of near infrared spectroscopy for

- predicting the nutritive value of foods for animals and humans. *Nutrition Research Review*. 10(1): 83-114.
- GONZÁLEZ-MARTÍN, I, HERNÁNDEZ-HIERRO, J.M., BUSTAMANTE-RANGEL, M., BARROS-FERREIRO, N. (2006). Near-infrared spectroscopy (NIRS) reflectance technology for the determination of tocopherols in alfalfa. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 386: 1553-1158
- GONZÁLEZ-MARTÍN, I., ÁLVAREZ-GARCÍA, N., HERNÁNDEZ-ANDALUZ, J.L. (2006). Instantaneous Determination Of Crude Proteins, Fat And Fibre In Animal Feeds Using Near Infrared Reflectance Spectroscopy Technology And A Remote Reflectance Fibre-Optic Probe. *Animal Feed Science Technology*. 128: 165-171.
- GÜNGÖR, T., BAŞALAN, M., AYDOĞAN, İ. (2008). Kırıkkale yöresinde üretilen bazı kaba yemlerde besin madde miktarları ve metabolize olabilir enerji düzeylerinin belirlenmesi. *Ankara Üniv Vet Fak Dergisi*. 55, 111-115.
- HAASE, N.U. (2003). Estimation of dry matter and starch concentration in potatoes by determination of under-water weight and near infrared spectroscopy. *Potato Research*. 46(3): 117–127.
- HAASE, N.U., (2006). Rapid Estimation of Potato Tuber Quality by Near-Infrared Spectroscopy. *Starch*. 6(6): 268-273.
- HASSE, N.U. (2006). Rapid Estimation of Potato Tuber Quality by Near-Infrared Spectroscopy. *Starch – Stärke*. 58(6): 268-273.
- HODSAGI, M. (2012). Investigations of Native and Resistant Starches and Their Mixtures Using Near-Infrared Spectroscopy. *Food and Bioprocess Technology*. 5(1): 401-407
- HOLDER, B.H. (2012). Characterization of Starch by Vibrational Spectroscopy. A Thesis Presented To The Faculty Of The Graduate College At The University Of Nebraska In Partial Fulfillment Of Requirements For The Degree Of Master Of Science. University of Nebraska. Lincoln USA,
- HUNTINGTON, G.B. (1997). High starch ration for ruminant production. Department of animal science North Carolina State University.
- JIANG, H.Y., ZHU, Y.J., WEI, L.M., DAI, J.R., SONG, T.M., YAN, Y.L., CHEN, S.J. (2007). Analysis of protein, starch and oil content of single intact kernels by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in maize (*Zea mays* L.). *Plant Breeding*. 126(5): 492-497.
- JIANG, H.Y., ZHU, Y.J., WEI, L.M., DAI, J.R., SONG, T.M., YAN, Y.L., CHEN S.J. (2007). Analysis of protein, starch and oil content of single intact kernels by near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) in maize (*Zea mays* L.). *Plant Breeding*. 126(5): 492-497.
- KAPPER, C., KLONT, R.E., VERDONK, J.M.AJ., URLINGS, H.A.P. (2012). Prediction of pork quality with near infrared spectroscopy (NIRS): 1.

Feasibility and robustness of NIRS measurements at laboratory scale. *Journal Meat Science*. 91(3): 294-299

KİZİL, R., IRUDAYARAJ, J., SEETHARAMAN K. (2002). Characterization of Irradiated Starches by Using FT-Raman and FTIR Spectroscopy. *J. Agriculture Food Chemical*. 50(14): 3912-3918.

KUTLU, H.R., GÖRGÜLÜ, M., ve BAYKAL, L. (2004). Genel hayvan besleme ders notu. Çukurova üniversitesi Zootekni Bölümü Yemler ve Hayvan Besleme Anabilim Dalı Adana-20.

LAHUMI, S., LEE, S., LEE, W., KIM, M.S., MO, C., BAE, H., CHO, B. (2014). Detection of Starch Adulteration in Onion Powder by FT-NIR and FT-IR Spectroscopy. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 62:9246-9251

LARDY, G. (2013). Feeding Corn to Beef Cattle, North Dakota State University Fargo, North Dakota USA.

LU, G., HUANG H., ZHANG, D. (2006). Prediction of sweetpotato starch physiochemical quality and pasting properties using near-infrared reflectance spectroscopy. *Journal of Food Chemistry*. 94:632-639

McCANN, T.E., KOSAKA, N., MITSUNAGA, M., CHOYKE, P.L., GILDERSLEEVE, J.E., KOBAYASHI, H. (2010). Biodistribution and excretion of monosaccharides-albumin conjugates measured with *in vivo* near infrared fluorescence imaging. 21(10): 1925-1932.

MICEK, J., SUSTOVA, K., SIMEONOVOVA, J. (2006). Application of FT NIR spectroscopy in the determination of basic chemical composition of pork and beef. *Czech J Anim Sci*. 51 (8): 361-368.

NORDHEIM, H., VOLDEN, H., FYSTRO, G., LUNNAN, T. (2007). Prediction of *in situ* degradation characteristics of neutral detergent fibre (aNDF) in temperate grasses and red clover using near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Animal Feed Science and Technology*. 139(1-2): 92-108.

OSBORNE, B.G., FEARN, T. (1983). Collaborative evaluation of universal calibrations for the measurement of protein and moisture in flour by near infrared reflectance. *Int J Food Sci Tech* 18 (4): 453-460.

OSBORNE, B.G., FEARN, T. (1983). Collaborative evaluation of universal calibrations for the measurement of protein and moisture in flour by near infrared reflectance. *International Journal of Food Science Technology*. 18(4): 453-460.

OSBORNE, B.G., FEARN, T. (1986). Near-infrared spectroscopy in food analysis. *Longman Scientific and Technical*. Harlow, U.K.

ÖZCAN, S. (2009). Modern dünyanın vazgeçilmez bitkisi mısır: genetiği değiştirilmiş (transgenik) mısırın tarımsal üretime katkısı. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 2(2): 01-34.

- PANERO, P.S., PANERO, F.S., PANERO, J.S., SILVA, H.E.B. (2013). Application of Extended Multiplicative Signal Correction to Short-Wavelength near Infrared Spectra of Moisture in Marzipan. *Journal of Data Analysis and Information Processing*. 1:30-34
- PARK, R.S., AGNEW, R.E., GORDON, F.J., STEEN, R.W.J. (1998). The use of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) on undried samples of grass silage to predict chemical composition and digestibility parameters. *72(1-2)*: 155-167
- PAULSEN, M.R., PORDESIMO, L.O., SINGH, M., MBUWI, S.W., YE, B. (2003). Maize Starch Yield Calibrations with Near Infrared Reflectance. *Biosystem Engineering*. 85(4):455-460
- PAULSEN, M.R., SINGH, M. (2004). Calibration of a Near-infrared Transmission Grain Analyser for Extractable Starch in Maize. *Biosystem Engineering*. 89(1):79-83
- PLUMIER, B.M., DANA O, M.C., SINGH, V., RAUSCH, K.D. (2013). Analysis and Prediction of Unreacted Starch Content Corn Using FT-NIR Spectroscopy. *American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 56:1877-1884
- PLUMIER, B.M., DANA O, M.C., SINGH, V., RAUSCH, K.D. (2013). Analysis and Prediction of Unreacted Starch Content in Corn Using FT-NIR Spectroscopy. *Journal of American Society of Agricultural and Biological Engineers*.
- ROBINSON, P.H., KENNELLY, J.J. (1989). Influence Of Ammoniation Of, High-Moisture Barley On Digestibility, Kinetics Of Rumen Ingesta Turnover, And Milk Production In Dairy Cows. *Canadian Journal of Animal Science*. 69(1): 195-203.
- SAPIENZA, D., BERGAZHI, P., MARTIN, N., TAYSOM, D., OWENS, F., MAHANNA, B., SEVENICH, D., ALLEN, R. (2008). Near Infrared Spectroscopy for forage and feed testing. NIRS Forage and Feed Testing Consortium.
- SCHWAB, G.C., HUHTANEN, P., HUNT C.W., HVELPLUND T. (2005). Nitrogen and Phosphorus Nutrition of Cattle. CAB International. 13-18.
- SOHN, M., HIMMELSBACH, D.S., MORRISON, W.H., AKIN, D.E., BARTON, F.E. (2006). Partial Least Squares Regression Calibration for Determining Wax Content in Processed Flax Fiber by Near-Infrared Spectroscopy. *Society for Applied Spectroscopy*. 60:437-440
- TALLADA, J.G., PALACIOS-ROJAS, N., ARMSTRONG, P.R. (2009). Prediction of maize seed attributes using a rapid single kernel near infrared instrument. *Journal of Cereal Science*. 50:381-387
- TMO (2009) Toprak Mahsulleri Ofisi).

- TMO (2009) Toprak Mahsulleri Ofisi, TÜİK – Türkiye İstatistik Kurumu).
- USTA, M., SAÇAKLI P. (Süt İneklerinin Beslenmesinde Nişastanın Önemi ve Düşük Nişastalı Rasyonlarla Besleme Stratejiler *Erciyes üniversitesi veteriner fakültesi dergisi*.
- VIA, B.K., ZHOU, C., ACQUAH, G., JIANG, W., ECKHARDT, L. (2014). Near Infrared Spectroscopy Calibration for Wood Chemistry: Which Chemometric Technique Is Best for Prediction and Interpretation. MDPI(Multidisciplinary Digital Publishing Institute). 14: 13532-13547
- WEHLING, R.L., JACKSON, D.S., HOOPER, D.G., GHAEDIAN, A.R. Prediction of Wet-Milling Starch Yield from Corn by Near-Infrared Spectroscopy. *Journal of Cereal Science*. 70(6): 720-723
- WILLIAMS, P.C., SOBERING, D.C. (1983). Comparison of commercial near infrared transmittance and reflectance instruments for analysis of whole grains and seeds. *Journal of Near Infrared Spectroscopy*. 1(1): 25-32
- WILLIAMS, P., NORRIS, K. (2001). Near Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries. 2nd ed. Am. Assoc. Cereal Chem. Inc., St. Paul, MN.
- WOLFRUM, E., ROONEY, W., STEFENIAK, T., ROONEY, W., DIGHE, N., BEAN, B., DAHLBERG, J. (2013). Multivariate Calibration Models for Sorghum Composition using Near-Infrared Spectroscopy. NREL is a national laboratory of the U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, operated by the Alliance for Sustainable Energy, Technical Report. Denver USA.
- YANG, H., IRUDAYARAJ, J. (2002). Rapid determination of vitamin C by NIR, MIR and FT-Raman techniques. *J. Pharm Pharmacol*. 54(9): 1247-1255
- YAYLAK, E., ALÇİÇEK, A. (2003). Sığır Besiciliğinde Ucuz Bir Kaba Yem Kaynağı: Mısır Silajı. *Hayvansal Üretim* 44(2): 29-36.
- YAYLAK, E., KAYA, A. (2001). Sığır Yetiştiriciliğinde Tüm Yoğun Yem Besisi Hayvansal Üretim 42 (2): 15-24.
- YUAN, J., FLORES, R.A. (1996). Laboratory Dry-Milling Performance of White Corn: Effect of Physical and Chemical Corn Characteristics, *Ceracel Chem*. 73(5): 574-578.
- ZAMORA-ROJAS, E., PEREZ-MARIN, D., DE PEDRO-SANZ, E., GUERRERO-GINEL, J.E., GARRIDO-VARO, A. (2012). In-situ Iberian pig carcass classification using a micro-electro-mechanical system (MEMS)-based near infrared (NIR) spectrometer. *Meat Science*. 90(3): 636-642.
- ZHAO, N., WU, Z., ZHANG, Q., SHI, X., MA, Q., QIAU, Y. (2015). Optimization of Parameter Selection for Partial Least Squares Model Development. *Journal of Nature*. 5:11647-11655.

ZHONG, J., QIN, X. (2016). Rapid Quantitative Analysis of Corn Starch Adulteration in Konjac Glucomannan by Chemometrics-Assisted FT-NIR Spectroscopy. 9:61-67.

ZHU, X.Y., ZHAO, M., MA, S., GEY, M., ZHANG, M.F., CHEN, L.P. (2007). Induction and origin of adventitious shoots from chimeras of *Brassica juncea* and *Brassica oleracea*. Plant Cell Rep 26:1727–1732.

